

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/030002 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01F 41/02, B22F 1/02, 3/00
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012515
 (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 30 日 (30.09.2003)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2002-285141 2002 年 9 月 30 日 (30.09.2002) JP
 特願2003-323824 2003 年 9 月 17 日 (17.09.2003) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立
 粉末冶金株式会社 (HITACHI POWDERED METALS
 CO., LTD.) [JP/JP]; 〒270-2295 千葉県 松戸市 稔台
 5 2 0 番地 Chiba (JP). 株式会社デンソー (DENSO

CORPORATION) [JP/JP]; 〒448-8661 愛知県 刈谷市
昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).

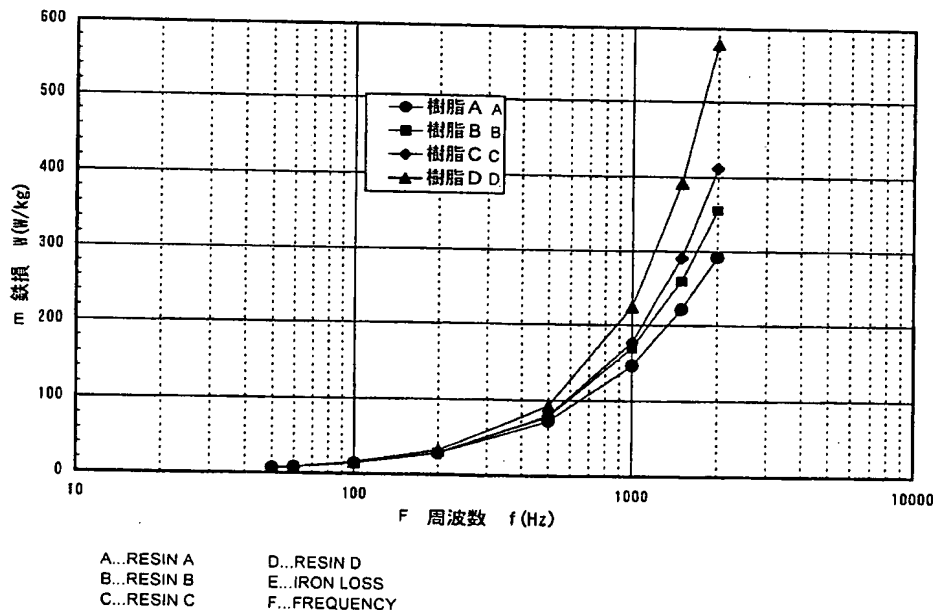
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石原 千生 (ISHI-
 HARA, Chio) [JP/JP]; 〒125-0035 東京都 葛飾区 南水
 元 4-2-1 7 Tokyo (JP). 浅香 一夫 (ASAKA, Kazuo)
 [JP/JP]; 〒270-2231 千葉県 松戸市 稔台 6 8 7 Chiba
 (JP). 石井 啓 (ISHII, Kei) [JP/JP]; 〒277-0923 千葉県
 東葛飾郡 沼南町 塚崎 3-9-8 Chiba (JP). 高田 民夫
 (TAKADA, Tamio) [JP/JP]; 〒277-0054 千葉県 柏市 南
 増尾 4-4-1 6 Chiba (JP). 赤尾 剛 (AKAO, Tsuyoshi)
 [JP/JP]; 〒448-0803 愛知県 刈谷市 野田町 場割 3 0
 Aichi (JP). 牧野 功 (MAKINO, Isao) [JP/JP]; 〒472-0022
 愛知県 知立市 山屋敷町 向田 1 5-1 8 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING DUST CORE

(54) 発明の名称: 圧粉磁心の製造方法



(57) Abstract: A method for producing a dust core by compacting a mixture powder of a soft magnetic powder and a resin powder into a desired shape and heating the shaped mixture powder. The median of the particle size is 50 μ m or less, and the content of the resin powder in the mixture powder is 0.01 to 5 volume%. Thus production cost is excellent, and the eddy-current loss W_e and the hysteresis loss W_h are reduced. As a result, the life of the dust core is prolonged, and the performance of a product using the dust core is enhanced simultaneously.

(57) 要約: 軟磁性粉末と樹脂粉末とを含む混合粉末を用い、混合粉末を所望の形状に圧粉成形および加熱する圧粉磁心の製造方法において、樹脂粉末は、メジアン径で 50 μ m 以下の粉末であって、添加量が 0.01 ~ 5 体積% である。これにより、優れた製造コストを実現

[続葉有]



(74) 代理人: 末成 幹生 (SUENARI, Mikio); 〒104-0031 東京都中央区京橋一丁目6番13号 アサコ京橋ビル
3階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

圧粉磁心の製造方法

技術分野

本発明は、変圧器、リアクトル、サイリスタバルブ、ノイズフィルタ、チョークコイル等に好適なほか、より高い磁束密度が必要なモーター用鉄心やディーゼルエンジンおよびガソリンエンジンの電子制御式燃料噴射装置に組み込まれる電磁弁用のソレノイドコア（固定鉄心）などに用いて好適な圧粉磁心の製造技術を提供するものである。

背景技術

変圧器等に用いられる磁心において極めて重要である鉄損は、磁心の固有抵抗値と関係の深い渦電流損と、軟磁性粉末の製造工程およびその後のプロセス履歴から生じる軟磁性粉末内の歪みに影響されるヒステリシス損とにより規定される。この鉄損 W は、具体的には次式（１）のように渦電流損 W_e とヒステリシス損 W_h との和で表すことができる。式（１）中、加号の前部が渦電流損 W_e であり、後部がヒステリシス損 W_h である。なお、 f は周波数、 B_m は励磁磁束密度、 ρ は固有抵抗値、 t は材料の厚み、 k_1 、 k_2 は係数である。

$$W = W_e + W_h = (k_1 B_m^2 t^2 / \rho) f^2 + k_2 B_m^{1.6} f \dots (1)$$

式（１）から明らかなように、ヒステリシス損 W_h が周波数 f に比例するのに対し、渦電流損 W_e は周波数 f の二乗に比例する。このため、特に高周波領域で鉄損 W を低減するためには、渦電流損 W_e を低減することが有効である。かかる渦電流損 W_e を低減させるには、渦電流を小領域に閉じこめて固有抵抗値 ρ を高める必要がある。この点、粉末を使用した圧粉磁心には、例えば、鉄粉等の粉末粒子の間に非磁性の樹脂を介在させることができるため、固有抵抗値 ρ が高く渦電流損 W_e が小さいという本質的特徴がある。そこで、従来から、軟磁性粉末と樹脂粉末とを混合した混合粉末を用い、圧粉成形および加熱を施した圧粉磁心の製造技術が提案されている（例えば、特開昭60-235412号公報（第1、

2 頁) 参照)。上記公開公報に記載された圧粉磁心は、樹脂が軟磁性粉末間に介在するため、特に軟磁性粉末間の絶縁性が確保されて渦電流損 W_e が低減されるとともに、軟磁性粉末を強固にバインドして圧粉磁心の強度を向上したものである。

このような圧粉磁心は、製法が簡易であるため、従来から広く使用されている。しかしながら、上記圧粉磁心を高周波領域で使用する場合には絶縁性が不十分となり、固有抵抗値 ρ が低下して渦電流損 W_e が増大する。この渦電流損 W_e の増大は発熱をもたらし、軟磁性粉末をバインドしている樹脂が劣化することから、圧粉磁心の十分な寿命を確保できないという欠点があった。これに対し、絶縁性を向上すべく例えば樹脂の量を多くした場合には、磁心中に占める軟磁性粉末の量(占積率)が下がるため、磁束密度が低下する。このため、圧粉磁心の密度を上げて磁束密度を向上させることが肝要となる。しかしながら、この場合には高圧下での圧縮成形が必要となり、成形時に軟磁性粉末の歪みが避けられない。このため、ヒステリシス損 W_h の増大に伴い、結果的に鉄損 W の増大を招く。特に低周波領域においては、渦電流損 W_e が小さいため、鉄損 W に対するヒステリシス損 W_h の影響が大きく、鉄損 W を低減するためにはヒステリシス損 W_h の低減も重要である。

また、ソレノイドやモータといった電磁アクチュエータにも圧粉磁心が使用されている。ディーゼルエンジンの燃料噴射装置に使用される電磁弁では、高い吸引力と高い応答性が要求され、圧粉磁心を用いたステータコア材料には、高磁束密度であることに加え、高周波領域における渦電流損 W_e が小さいことが望まれている。このようなソレノイドコアは、鉄粉と樹脂粉末との混合物を成形した圧粉磁心であり、磁束密度を高くし鉄損を小さくするために、高密度で鉄粉どうしの間の絶縁が良好なことが要求される。

一方、各種モータにおいては小型化、高効率化が要求され、圧粉磁心を用いたロータおよびステータ材料にも高磁束密度かつ高周波領域における渦電流損 W_e が小さいことが望まれている。即ち、各種の電磁アクチュエータに使用される圧粉磁心への要求特性は変圧器用磁心に要求される特性と本質的に同じである。

高い磁束密度の圧粉磁心を得るには高い密度であることが必要であり、一般の

焼結合金を製造する場合の2倍以上の成形圧力が必要となる。形状が複雑だったり薄肉形状の圧粉磁心では、成形金型の耐久性の問題が生じる。このため、ソレノイドコアのような形状をしたものでは、単純な円筒状または円柱状に圧粉成形した圧粉磁心を切削加工して所定の形状および寸法にするとか、製品形状に近似した素材に成形しておいて、特に寸法精度が要求される部分を切削加工して仕上げる。したがって、圧粉磁心は、切削性が良く、切削工具の摩耗が少なく、切削時に割れや欠けが生じない材料であることも要求される。

圧粉磁心の磁束密度は材料の密度に依存するので、鉄粉には、より高い密度が得られるアトマイズ鉄粉が用いられ、この鉄粉の表面には、圧粉磁心の鉄損を小さくするためにリン酸化合物の被膜が施される。また、鉄粉と混合される樹脂粉末としては、フェノール、ポリアミド、エポキシ、ポリイミド、ポリフェニレンサルファイド等の樹脂を用いることが提案されている。たとえば、特開2002-246219号公報（要約）には、リン酸被膜処理アトマイズ鉄粉にポリフェニレンサルファイド、熱硬化性ポリイミドなどの樹脂を0.15～1質量%添加した圧粉磁心が開示され、特許第421944号公報（段落36）には、リン酸被膜処理アトマイズ鉄粉に熱硬化性ポリイミド樹脂を2質量%添加した圧粉磁心が開示されている。

このような事情に鑑み、渦電流損 W_e の低減とヒステリシス損 W_h の低減とを共に実現することを目的として、軟磁性粉末表面に絶縁性の被膜を予め形成することで軟磁性粉末間の絶縁性を確保して渦電流損 W_e を低減する手法が種々提案されている（例えば、特開平9-102409号公報（第6,7頁）参照）。しかしながら、上記公開公報に記載された技術は、軟磁性粉末表面への絶縁性被膜形成のための工程が必須となるため、圧粉磁心のコストが割高となるという欠点があった。したがって、近年では、優れた製造コストを実現するとともに、渦電流損 W_e とヒステリシス損 W_h とを共に低減して圧粉磁心の長寿命化を同時に実現し得る圧粉磁心の製造方法の開発が要請されていた。

また、上記のような圧粉磁心からなるソレノイドコアにおいても、さらに高い磁束密度と小さな鉄損を具備することが要求され、さらには、ソレノイドコアの造形及び寸法精度を確保する手段としての切削加工（ドリル穴開け加工等を含む）

を行う際のチャッキングに耐える強度、切削加工による割れ、むしれ、欠損等が生じない材料であることが求められている。

本発明は上記要請に鑑みてなされたものであり、絶縁被膜形成等の特殊な処理を施さないことで優れた製造コストを実現することを前提として、樹脂の軟磁性粉末間への均一な介在による絶縁性の向上に基づき、高周波領域での渦電流損 W_e およびそれに起因する発熱を低減して磁心の長寿命化および圧粉磁心を用いた製品の高性能化を実現するとともに、樹脂を軟磁性粉末間へ薄く介在させることによる十分な磁束密度の確保に基づき、ヒステリシス損 W_h を低減すること、およびそれに起因する発熱を低減して磁心のさらなる長寿命化および圧粉磁心を用いた製品の高性能化を実現した圧粉磁心の製造方法を提供することを目的とするものである。なお、軟磁性粉末表面に絶縁被膜形成等を行う場合においては、より高いレベルでの絶縁性の確保と、使用する樹脂量の減少による一層の磁束密度の上昇とにより、さらに一層の長寿命化を実現した圧粉磁心を提供することも目的とするものである。

発明の開示

発明者らは、上記課題を解決するため鋭意研究を重ねた結果、従来の圧粉磁心において十分な寿命を確保するだけの絶縁性が得られないのは、得られる圧粉磁心中に樹脂が偏在していること、すなわち軟磁性粉末間に均一に樹脂が介在していないことが原因であるとの知見を得た。さらに発明者らは、上記原因について、特に絶縁性を確保する樹脂粉末の粒度に着目して調査した結果、従来使用されているメジアン径（積算分布の50%に対する粒子径）が $100\mu m$ 程度の樹脂粉末を使用した場合には、樹脂粉末が圧粉成形された状態で既に磁心中に偏在するため、例えば熱可塑性樹脂粉末であっても十分に軟磁性粉末間に侵入せず、偏在したまま残留するという知見を得た。このことから、発明者らは、圧粉成形の時点で樹脂粉末を軟磁性粉末中に均一に分散させれば、加熱後、樹脂が軟磁性粉末間に均一に介在することとなり、絶縁性が確保されることを見いだした。発明者らは、以上の知見に基づきさらに研究を重ねた結果、メジアン径の小さい樹脂粉末を使用すれば、樹脂粉末の軟磁性粉末間での存在確率が高まり、加熱後、樹脂が

軟磁性粉末間に均一に介在した圧粉磁心が得られるとの知見を得た。

すなわち、本発明の圧粉磁心の製造方法は、軟磁性粉末と樹脂粉末とを含む混合粉末を用い、混合粉末を所望の形状に圧粉成形および加熱する圧粉磁心の製造方法において、樹脂粉末は、メジアン径で $50\mu\text{m}$ 以下の粉末であって、添加量が $0.01\sim 5$ 体積%であることを特徴としている。

本発明では、特許文献4に記載された圧粉磁心のように、軟磁性粉末表面への絶縁性被膜形成のための特別な処理を必要としない。このため、優れた製造コストを実現することができる。また本発明では、上記のとおり、用いる樹脂粉末をメジアン径で $50\mu\text{m}$ 以下の粉末としていることから、樹脂の軟磁性粉末間への均一な介在による絶縁性の向上に基づき、高周波領域での渦電流損 W_e およびそれに起因する発熱を低減して磁心の長寿命化および磁心を用いた製品の高性能化を図ることができる。また本発明では、樹脂粉末の添加量を $0.01\sim 5$ 体積%としている。添加量を 0.01 体積%以上としたことにより、十分な絶縁性を確保して高周波領域での渦電流損 W_e およびそれに起因する発熱を低減して磁心の長寿命化および磁心を用いた製品の高性能化をさらに図ることができる。

一方、添加量を 5 体積%以下としたことにより、樹脂を軟磁性粉末間へ薄く介在させることによる十分な磁束密度の確保に基づき、ヒステリシス損 W_h を低減すること、およびそれに起因する発熱の低減により磁心の長寿命化をさらに一層図ることができる。したがって、本発明の圧粉磁心の製造方法では、軟磁性粉末に対して特殊な処理を行わないことによる優れた製造コストの実現と、用いる樹脂粉末のメジアン径および添加量の適正化による長寿命化の実現とを同時に図ることができる。

本発明において、樹脂の材質については、従来から圧粉磁心に添加されているものが使用でき、たとえばフェノール樹脂、ポリアミド樹脂、エポキシ樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド、ポリテトラフルオロエチレン等の樹脂を用いることができる。なお、耐熱性を重視する用途の場合にはポリイミド樹脂等、それ以外の用途の場合に安価なエポキシ樹脂等を使用することができる。

本発明の製造方法に用いる軟磁性粉末は、特に絶縁被覆処理がなされたもので

ある必要はなく、従来より使用されているもので足りる。ただし、軟磁性粉末表面に絶縁被膜形成等を行った場合においては、より高いレベルでの絶縁性の確保と、使用する樹脂量の減少による一層の磁束密度の上昇とにより、さらなる長寿命化を実現した圧粉磁心を提供することができる。しかしながら、メジアン径が過度に小さい軟磁性粉末を使用した場合には、軟磁性粉末の比表面積が増大し、絶縁性が低下するため、軟磁性粉末はメジアン径が $50\mu\text{m}$ 以上のものを使用することが望ましい。

上記の樹脂粉末と軟磁性粉末との混合は、従来より行われている手法を採用することができる。すなわち、両粉末を単純混合した場合であっても軟磁性粉末間に均一に樹脂粉末が介在して十分な絶縁性が確保される。また、樹脂を分散剤により均一に溶媒中に分散させた溶液を軟磁性粉末に噴霧し乾燥した場合には、軟磁性粉末間にさらに均一に樹脂が介在することから、さらに高い絶縁性が実現される。

このような圧粉磁心の製造方法において、樹脂粉末を熱可塑性樹脂とした場合には、加熱により溶融した樹脂が軟磁性粉末間に侵入し易くなるので好ましい。また、樹脂粉末を熱硬化性樹脂とした場合には、樹脂は軟磁性粉末間に侵入し難く、圧粉成形時に存在する領域で硬化する。このため、さらに高い絶縁性を実現するには、メジアン径が $30\mu\text{m}$ 以下である粒度のより小さい樹脂粉末を使用することが望ましい。

ソレノイドコアのように磁束密度が高い圧粉磁心を対象とした場合では以下の態様が好適である。

樹脂粉末に熱硬化性ポリイミド樹脂粉末を用いる場合には、その添加量は、低い鉄損の圧粉磁心を得るために 0.18 体積%以上とし、樹脂含有量の増加に伴い成形圧力を増加しても密度が低いものとなって磁束密度が低くなることから 2.4 体積%以下であることが望ましい。軟磁性粉末として一般的な鉄粉の比重は 7.87 、熱硬化性ポリイミド樹脂粉末の比重は 1.30 であることから、上記添加量を質量%に換算すると $0.03\sim 0.4$ 質量%となる。この場合の熱硬化性ポリイミド樹脂粉末のメジアン径は、 $50\mu\text{m}$ 以下であれば鉄損が同等なものが得られる。なお、熱硬化性ポリイミド樹脂粉末のメジアン径は、上述の熱硬

化性樹脂の硬化特性から $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば好適である。

樹脂粉末に熱可塑性ポリイミド樹脂粉末を用いる場合には、その添加量は、低い鉄損の圧粉磁心を得るために、メジアン径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は、 0.59 体積%以上、メジアン径が $13\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は 0.18 体積%以上とし、また、高い成形密度を確保するために 2.4 体積%以下であることが望ましい。熱可塑性ポリイミド樹脂粉末の比重は 1.33 であることから、上記添加量を質量%に換算するとメジアン径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は $0.1\sim 0.4$ 質量%、メジアン径が $13\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は $0.03\sim 0.4$ 質量%となる。

樹脂粉末にポリテトラフルオロエチレンを用いる場合には、その添加量は、低い鉄損の圧粉磁心を得るために、メジアン径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は、 0.36 体積%以上、メジアン径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は 0.11 体積%以上とし、より高い磁束密度を確保する成形密度が得られるように 1.4 体積%以下であることが望ましい。ポリテトラフルオロエチレンの比重は 2.2 であることから、上記添加量を質量%に換算するとメジアン径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は $0.1\sim 0.4$ 質量%、メジアン径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の場合は $0.03\sim 0.4$ 質量%となる。メジアン径で $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粉末は、市場で多く流通しており、入手しやすい利点もある。

軟磁性粉末としては、アトマイズ鉄粉等の鉄粉を用いることが望ましく、鉄粉の表面にリン酸化合物を被覆するとさらに好適である。そのような鉄粉と上記の樹脂粉末とを混合し、混合粉末を $700\sim 2000\text{ MPa}$ の圧縮応力で成形した後、加熱処理を施す。その後、必要に応じて所定形状に切削加工される。

この場合、圧粉成形に際しては、混合粉末に成形潤滑剤を添加しないで金型に成形潤滑剤を塗布することが望ましい。混合粉末に成形潤滑剤を添加すると、成形密度が低くなるとともに、熱処理の加熱によって圧粉磁心に欠陥を生じる恐れがある。したがって、金型壁面に、例えばステアリン酸亜鉛粉を静電塗布することにより、圧縮および圧粉磁心の金型からの抜き出しを容易にすることができる。また、樹脂粉末が熱硬化性樹脂の場合には加熱処理の温度は $150\sim 400^{\circ}\text{C}$ が望ましく、樹脂粉末が熱可塑性樹脂の場合には加熱処理の温度は $320\sim 450^{\circ}\text{C}$ が望ましい。

また、切削加工としては、旋盤加工、ドリル穴開け加工、フライス加工、エン

ドミル加工等がある。薄肉や複雑な形状をした圧粉磁心の製造には、切削加工を行うことが好適であり、これによって、たとえばエンジン燃料噴射装置用ソレノイドコアを製造することができる。

図面の簡単な説明

第1図は、4種類の樹脂A～Dの粒度分布およびメジアン径を示すグラフである。

第2図は、絶縁鉄粉に第1図に示した4種類の樹脂A～Dを添加して作製した圧粉磁心についての、渦電流損 W_e と周波数 f との関係を示すグラフである。

第3図は、絶縁鉄粉に第1図に示した4種類の樹脂A～Dを添加して作製した圧粉磁心についての、ヒステリシス損 W_h と周波数 f との関係を示すグラフである。

第4図は、絶縁鉄粉に第1図に示した4種類の樹脂A～Dを添加して作製した圧粉磁心についての、鉄損 W と周波数 f との関係を示すグラフである。

第5図Aは発明例のSEM観察写真、第5図Bは発明例のEPMA観察写真、第5図Cは従来例のSEM観察写真、第5図Dは従来例のEPMA観察写真である。

第6図は、本発明の実施例3におけるメジアン径および樹脂量と鉄損との関係を示すグラフである。

第7図は、本発明の実施例3におけるメジアン径および樹脂量と固有抵抗との関係を示すグラフである。

第8図は、本発明の実施例3における圧粉磁心の密度と磁束密度の関係を示すグラフである。

第9図は、本発明の実施例4におけるメジアン径および樹脂量と鉄損との関係を示すグラフである。

第10図は、本発明の実施例4における圧粉磁心の密度と磁束密度の関係を示すグラフである。

第11図は、本発明の実施例5におけるメジアン径および樹脂量と鉄損との関係を示すグラフである。

第12図は、本発明の実施例5における圧粉磁心の密度と磁束密度の関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

〔実施例1〕

第1図に示す4種類の粒度分布およびメジアン径の熱硬化性ポリイミド樹脂A～Dを用意した。このうち、樹脂A～Cはそれぞれ本発明の製造方法に合致した樹脂であり、樹脂Dは合致しない従来から使用されている樹脂である。これらの各樹脂A～Dをリン酸塩被覆処理を施した絶縁鉄粉に1.75体積%添加・混合して混合粉末をそれぞれ製造した。その後、これらの混合粉末を用い、成形圧力：980MPaで、内径：20mm、外径：30mm、高さ：5mmのリング形状の成形体を得、これらの成形体を200℃で5時間加熱保持して各圧粉磁心を作製した。

上記のとおり作製したリング形状の各圧粉磁心を用い、励磁磁束密度0.05～1T、周波数50～2000Hzの範囲で渦電流損 W_e 、ヒステリシス損 W_h をそれぞれ測定した。これらの結果を第1表、ならびに第2図および第3図に示す。また、 W_e と W_h とを加算して鉄損 W を求めた結果を第1表に併記するとともに第4図に示す。さらに、樹脂Aを用いた圧粉磁心（発明例）および樹脂Dを用いた圧粉磁心（従来例）について、それぞれのSEM観察像およびEPMA観察像を撮影して、撮影視野における炭素（樹脂）の分布状況を調査した。ここで、第5図Aは発明例のSEM観察写真、第5図Bは発明例のEPMA観察写真、第5図Cは従来例のSEM観察写真、第5図Dは従来例のEPMA観察写真をそれぞれ示す。なお、SEM観察写真において黒い部分が粒界および樹脂であり、EPMA観察写真では、白い部分が樹脂に含まれる炭素である。

第 1 表

測定項目	樹脂の種類	周波数 (Hz)							
		50	60	100	200	500	1000	1500	2000
渦電流損 We(W/kg)	樹脂A	0.01	0.02	0.04	0.17	1.10	4.43	9.66	17.16
	樹脂B	0.08	0.11	0.30	1.21	7.82	28.31	49.00	82.00
	樹脂C	0.09	0.13	0.35	1.41	7.98	34.50	78.00	134.00
	樹脂D	0.19	0.26	0.74	2.98	18.81	75.40	169.77	291.19
ヒステリシス損 Wh(W/kg)	樹脂A	7.13	8.41	14.10	27.88	72.00	141.80	211.30	275.00
	樹脂B	6.91	8.30	13.84	27.49	71.15	141.27	210.13	274.46
	樹脂C	7.21	8.35	14.20	27.80	72.30	142.10	213.00	278.00
	樹脂D	7.28	8.48	14.66	29.33	74.17	148.63	223.11	287.00
鉄損 W(W/kg)	樹脂A	7.14	8.43	14.14	28.05	73.10	146.23	220.96	292.16
	樹脂B	6.98	8.41	14.14	28.69	78.97	169.58	259.13	356.46
	樹脂C	7.30	8.48	14.55	29.21	80.28	176.60	291.00	412.00
	樹脂D	7.47	8.74	15.41	32.30	92.99	224.03	392.87	578.19

第 1 表および第 2 図～第 4 図から明らかなように、メジアン径の小さい樹脂ほど、高周波領域においても渦電流損 We の低減効果が大きく、このため鉄損 W がより低減されていることが判る。また、第 5 図 A～D の炭素（樹脂）の分布状況から明らかなように、メジアン径が大きい従来例では、炭素が成形体の気孔中に偏在していることが確認できる（同図 C，D 参照。）。一方、メジアン径が小さい発明例では、炭素は上記気孔のみでなく、粉末粒界に沿っても分布していることが確認できる（同図（A），（B）参照。）。したがって、発明例では、鉄粉間の絶縁性が十分に確保されることから、高周波領域でも渦電流損 We が低減され、ひいては鉄損 W も低いことが確認された。以上より、メジアン径が $50\mu\text{m}$ 以下の樹脂を用いることで、樹脂を鉄粉末粒子間に十分に介在させて絶縁性を向上させることができ、これにより高周波領域においても渦電流損 We を十分に低減し、結果的に鉄損 W も十分に低減できることが実証された。

[実施例 2]

第 1 図に示す 4 種類の樹脂 A～D をリン酸塩被覆処理を施した絶縁鉄粉および絶縁処理を施していない純鉄粉に添加量を変えて添加・混合して混合粉末をそれぞれ製造した。その後、これらの混合粉末を用い、成形圧力： 980MPa で、内径： 20mm 、外径： 30mm 、高さ： 5mm のリング形状の成形体と、縦： 12.7mm 、横： 31.75mm 、厚さ： 5mm の板形状の成形体とを得、これらの成形体を 200°C で 5 時間加熱保持して各圧粉磁心を作製した。

上記のとおり作製した圧粉磁心のうち、リング形状のものについて、4 探針法により固有抵抗値を測定するとともに、磁化力 10000 A/m の範囲で磁束密度を測定した。また、板形状のものについて、3 点曲げ試験を行い曲げ強さを測定した。固有抵抗値の測定結果を第 2 表に、磁束密度の測定結果を第 3 表に、曲げ強さの測定結果を第 4 表にそれぞれ示す。

第 2 表

測定項目	樹脂の種類	樹脂の添加量 (体積%)							
		0.00	0.01	0.85	1.75	2.65	3.50	5.00	5.75
固有抵抗 ($\mu \Omega \text{ m}$)	樹脂A+絶縁鉄粉	20	78	4,126	5,547	24,667	82,832	142,300	176,588
	樹脂B+絶縁鉄粉	20	31	747	1,593	2,399	5,578	7,610	9,734
	樹脂D+絶縁鉄粉	20	22	30	50	71	88	98	110
	樹脂A+純鉄粉	3	4	135	270	350	413	500	577

第 3 表

測定項目	樹脂の種類	樹脂の添加量 (体積%)							
		0.00	0.01	0.85	1.75	2.65	3.50	5.00	5.75
磁束密度 $B_{10000 \text{ A/m}} (\text{T})$	樹脂A+絶縁鉄粉	1.76	1.76	1.69	1.64	1.60	1.56	1.50	1.44

第 4 表

測定項目	樹脂の種類	樹脂の添加量 (体積%)							
		0.00	0.01	0.85	1.75	2.65	3.50	5.00	5.75
曲げ強さ (MPa)	樹脂A+絶縁鉄粉	53.85	57.30	67.20	94.72	107.31	117.04	117.30	117.53
	樹脂B+絶縁鉄粉	54.56	56.10	61.80	62.53	71.74	83.00	95.60	105.11
	樹脂D+絶縁鉄粉	52.78	54.00	60.50	62.74	66.60	74.16	76.30	79.08

第 2 表より、各圧粉磁心とも、樹脂の添加量が 0.01 体積%で固有抵抗値の増加が認められ、添加量が増加するにつれ、固有抵抗値も増加している。しかしながら、メジアン径の大きい樹脂 D (従来例) を用いたものは、樹脂を 5.75 体積%添加しても、固有抵抗値が $110 \mu \Omega \text{ m}$ と極端に低く、メジアン径の小さい樹脂を用いると遙かに少ない添加量で同等の効果を得ることができる。また、高価なリン酸被膜絶縁処理を施した鉄粉末を用いず、通常の純鉄粉末を使用した場合であっても、メジアン径の小さい樹脂を少量添加することで、被膜絶縁処理を施した鉄粉末と従来の樹脂 (メジアン径の大きな樹脂) とを混合したものより高い固有抵抗値が得られることが判る。

また、第 4 表より、各圧粉磁心とも、樹脂の添加量が増加するにつれ、曲げ強

さが向上しているが、樹脂のメジアン径が小さいものほど上記向上効果が顕著であることが判る。ただし、第3表より、樹脂の添加量が増加するにつれ磁束密度が低下することが判る。また、樹脂の添加量が5体積%を超えると、磁束密度は1.5 Tを下回るようになる。圧粉磁心を電装品、各種モータ用コアとして用いる場合、特性として1.5 T以上の磁束密度が要求されるため、5体積%以上の樹脂の添加は好ましくない。以上より、樹脂の添加量は、0.01体積%以上の添加で固有抵抗値の増加が認められるが、5体積%を超えると磁束密度が低下するため、0.01～5体積%が適切である。

[実施例3]

リン酸塩被覆処理を施した絶縁鉄粉（粒度：100メッシュ）に、メジアン径が1, 4, 14, 25, 50 μm の熱硬化性ポリイミド樹脂を0.03～0.4質量%（0.18～2.4体積%）の割合で添加・混合して混合粉末をそれぞれ製造した。その後、これらの混合粉末を用い、成形圧力：1470 MPaで、内径：10 mm、外径：23 mm、高さ：5 mmのリング形状の成形体を得、これらの成形体を空気中において200℃で2時間加熱保持して各圧粉磁心を作製した。なお、成形に際しては成形金型を150℃に加熱して内面に成形潤滑剤粉末を静電塗布し、加熱した混合粉末を成形金型内に充填した。また、樹脂粉末のメジアン径は、レーザ回折式粒度分布測定装置により測定した。

上記のとおり作製したリング形状の各圧粉磁心を用い、磁場：8000 A/mにおける磁束密度を測定するとともに、印加磁束密度：0.25 T、周波数：5 kHzにおける鉄損、および4探針法により固有抵抗を測定した。

第6図にメジアン径および樹脂量（質量%）と鉄損との関係、第7図にメジアン径および樹脂量（質量%）と固有抵抗との関係、第8図に圧粉磁心の密度と磁束密度との関係を示す。図中の樹脂量は質量%で示してある。

第6図および第7図から判るように、熱硬化性ポリイミド樹脂粉末のメジアン径が50 μm 以下のいずれの圧粉磁心でも、樹脂量が0.03～0.4質量%のいずれも鉄損および固有抵抗がほぼ同等な値を示している。樹脂量が0.03質量%（0.18体積%）以上であれば低い鉄損が得られることが判る。

また、第8図から判るように、磁束密度は圧粉磁心の密度に依存している。樹脂量が少ないと密度が高くなり、樹脂量が多いものは低い磁束密度になっている。ソレノイドコア等のように磁気吸引力が高いことが必要なものでは、磁束密度は1.75 T以上が望ましく、第8図から、それに対応する樹脂量は0.3質量%（1.8体積%）以上であるが、成形圧力を更に高めれば、樹脂量が0.4質量%（2.4体積%）であっても磁束密度は1.75 T以上を得ることができる。

これらのことから、樹脂粉末が熱硬化性ポリイミド樹脂の場合では、メジアン径が50 μm 以下で、樹脂量が0.03～0.4質量%（0.18～2.4体積%）であれば好適であり、より好ましくは0.03～0.3質量%（0.18～1.8体積%）であることが確認された。

[実施例4]

リン酸塩被覆処理を施した絶縁鉄粉（粒度：100メッシュ）に、レーザ回折式粒度分布測定装置により測定したメジアン径が1, 3, 13, 20, 50 μm の熱可塑性ポリイミド樹脂を0.03～0.4質量%（0.18～2.4体積%）の割合で添加・混合して混合粉末をそれぞれ製造した。その後、これらの混合粉末を用い、成形圧力：1470 MPaで、内径：10 mm、外径：23 mm、高さ：5 mmのリング形状の成形体を得、これらの成形体を窒素ガス中において400℃で1時間加熱保持して各圧粉磁心を作製した。なお、成形に際しては成形金型を150℃に加熱して内面に成形潤滑剤粉末を静電塗布し、加熱した混合粉末を成形金型内に充填した。

上記のとおり作製したリング形状の各圧粉磁心を用い、実施例3と同じ条件で磁束密度および鉄損を測定した。

第9図にメジアン径および樹脂量（質量%）と鉄損との関係、第10図に圧粉磁心の密度と磁束密度との関係を示す。図中の樹脂量は質量%で示してある。

第9図から判るように、メジアン径が小さいほど鉄損が低く、したがって固有抵抗が高くなる。また、樹脂量が0.3質量%および0.4質量%（1.8体積%および2.4体積%）のものは他のものと比較して鉄損が低くなっている。第9図から、好ましい鉄損値を350 w/kg以下とした場合、樹脂量が0.1質

量% (0.59体積%)以上ではメジアン径が $50\mu\text{m}$ 以下のとき、樹脂量が0.03~0.05質量% (0.18~0.3体積%)ではメジアン径が $13\mu\text{m}$ より小さいものが好ましいことが判る。

また、第10図から判るように、磁束密度は圧粉磁心の密度に依存しており、樹脂量が少ないと磁束密度が高くなり、樹脂量が多いものは低い磁束密度になる。メジアン径および樹脂量ともに、いずれの圧粉磁心もメジアン径が $50\mu\text{m}$ 以下の場合で、樹脂量が0.4質量% (2.4体積%)以下であれば、磁束密度が1.75 T以上が得られる。

これらのことから、樹脂粉末が熱可塑性ポリイミド樹脂の場合では、メジアン径が $50\mu\text{m}$ 以下の場合、樹脂量が0.1~0.4質量% (0.59~2.4体積%)が好適であるが、メジアン径が $13\mu\text{m}$ 以下の場合には、樹脂量が0.03~0.4質量% (0.18~2.4体積%)が好適であることが確認された。また、磁束密度が高く鉄損が少ない圧粉磁心を得るために、より好ましくはメジアン径が $13\mu\text{m}$ 以下のものを用い、樹脂量を0.1質量%以下 (0.59体積%以下) にすると良いことが判る。

[実施例5]

リン酸塩被覆処理を施した絶縁鉄粉 (粒度: 100メッシュ) に、レーザ回折式粒度分布測定装置により測定したメジアン径が0.12, 3, $10\mu\text{m}$ のポリテトラフルオロエチレンを0.03~0.4質量% (0.11~1.4体積%)の割合で添加・混合して混合粉末をそれぞれ製造した。その後、これらの混合粉末を用い、成形圧力: 1470 MPaで、内径: 10 mm、外径: 23 mm、高さ: 5 mmのリング形状の成形体を得、これらの成形体を窒素ガス中において340℃で1時間加熱保持して各圧粉磁心を作製した。なお、成形に際しては成形金型を150℃に加熱して内面に成形潤滑剤粉末を静電塗布し、加熱した混合粉末を成形金型内に充填した。

上記のとおり作製したリング形状の各圧粉磁心を用い、実施例3と同じ条件で磁束密度および鉄損を測定した。

第11図にメジアン径および樹脂量 (質量%) と鉄損との関係、第12図に圧

粉磁心の密度と磁束密度との関係を示す。図中の樹脂量は質量％で示してある。

第11図から判るように、ポリテトラフルオロエチレン粉末のメジアン径が $3\mu\text{m}$ 以下のときに鉄損を約 300W/kg 以下と低く抑えることができ、メジアン径が $5\mu\text{m}$ 以下のときに鉄損が約 350W/kg 以下になる。また、樹脂量が 0.03 質量％および 0.05 質量％（ 0.11 体積％および 0.18 体積％）の場合では、メジアン径が大きいと、鉄損が他に比較して高くなる。

また、第12図から判るように、磁束密度は圧粉磁心の密度に依存しており、樹脂量が少ないと磁束密度が高くなり、樹脂量が多いものは低い磁束密度になる。磁束密度はメジアン径が $10\mu\text{m}$ 以下の樹脂粉末を用い、樹脂量が 0.4 質量％（ 1.4 体積％）以下であれば磁束密度 1.75T 以上が得られる。

以上により、樹脂粉末がポリテトラフルオロエチレン樹脂の場合では、メジアン径が $10\mu\text{m}$ 以下の場合には添加量が $0.1\sim 0.4$ 質量％（ $0.36\sim 1.4$ 体積％）、メジアン径が $5\mu\text{m}$ 以下の場合には添加量が $0.03\sim 0.4$ 質量％（ $0.11\sim 1.4$ 体積％）が好適であることが確認された。また、より好ましくは、メジアン径が $0.1\sim 3\mu\text{m}$ 程度の微粒粉を用い、樹脂量が 0.1 質量％以下（ 0.36 体積％以下）にすると良いことが判る。

[実施例6]

成形圧力を 1470MPa とした以外は実施例3～5と同じ条件で圧粉磁心を作製し、各圧粉磁心に対して旋盤で切削加工を行った。いずれの圧粉磁心も旋盤によるチャッキングおよび切削加工の際に破損することはなかった。樹脂を含まず鉄粉のみで作製した圧粉磁心では、切削面に光沢を有していたが、長い切粉が発生し、バイトの刃先に材料の鉄が凝着し易くバイト摩耗が早かった。これに対して、ポリイミド樹脂を含む圧粉磁心では、切粉が短くバイト摩耗が減少し、ポリイミド樹脂の含有量が多い程バイト寿命が長かった。ポリテトラフルオロエチレンを含む圧粉磁心では、切粉がより細かなものとなり、バイトの耐久性が向上した。以上により、ポリイミド樹脂やポリテトラフルオロエチレンを含む圧粉磁心は外形の切削加工、溝加工、孔開け加工を行うことが可能である。

本発明の製造方法により得られる圧粉磁心は、絶縁樹脂被膜形成等の特殊な処

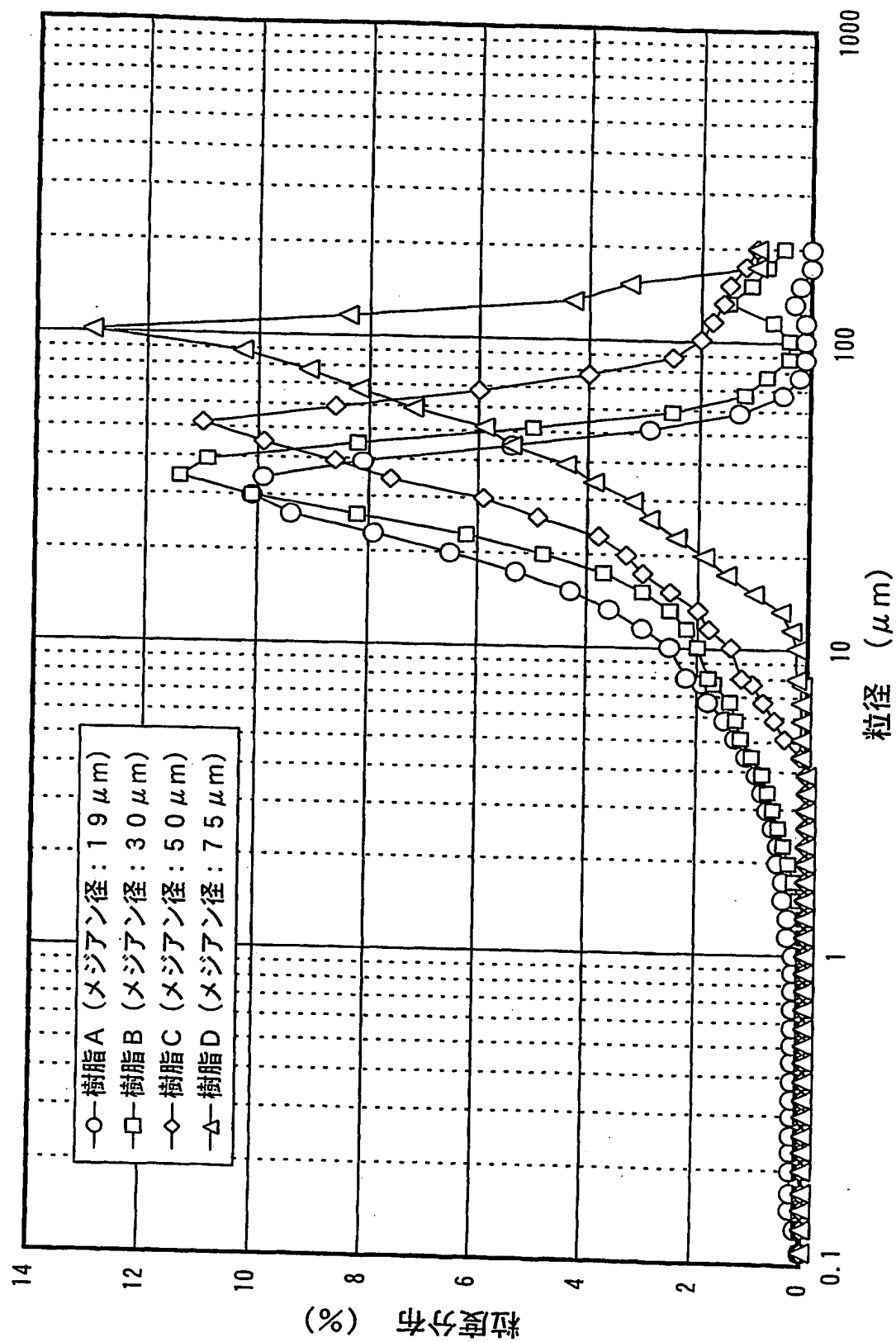
理を必要としないことで優れた製造コストを実現することができる。また均一な樹脂の軟磁性粉末間への介在による絶縁性の向上に基づき、高周波領域での渦電流損 W_e およびそれに起因する発熱を低減して磁心の長寿命化および磁心を用いた製品の高性能化を実現するとともに、樹脂を軟磁性粉末間へ薄く介在させることによる十分な磁束密度の確保に基づき、ヒステリシス損 W_h を低減することおよびそれに起因する発熱の低減により磁心のさらなる長寿命化および磁心を用いた製品の高性能化を実現することができる。なお、軟磁性粉末表面に絶縁被膜形成等を行う場合においては、より高いレベルでの絶縁性の確保と、使用する樹脂量の減少による一層の磁束密度の上昇とにより、さらに一層の長寿命化および高性能化を実現することができる。よって本発明は、各種の磁性部品に好適な圧粉磁心を製造することができる点で有望である。

請 求 の 範 囲

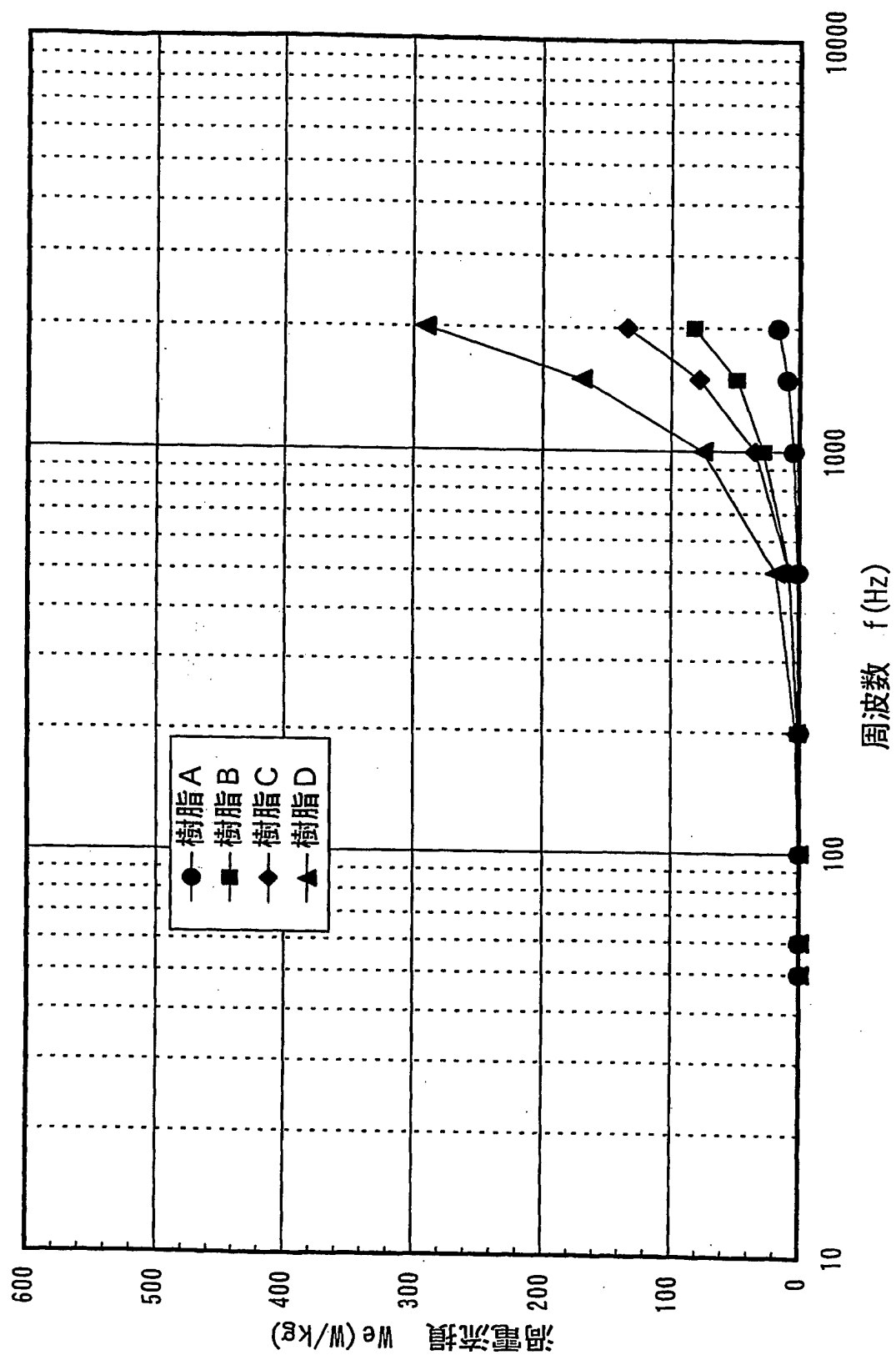
1. 軟磁性粉末と樹脂粉末とを含む混合粉末を用い、混合粉末を所望の形状に圧粉成形および加熱する圧粉磁心の製造方法において、前記樹脂粉末は、メジアン径で $50\mu\text{m}$ 以下の粉末であって、添加量が $0.01\sim 5$ 体積％であることを特徴とする圧粉磁心の製造方法。
2. 前記樹脂粉末は、熱可塑性樹脂の粉末であることを特徴とする請求項1に記載の圧粉磁心の製造方法。
3. 前記樹脂粉末は、メジアン径で $30\mu\text{m}$ 以下の熱硬化性樹脂の粉末であることを特徴とする請求項1に記載の圧粉磁心の製造方法。
4. 前記樹脂粉末は、熱硬化性ポリイミド樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、ポリテトラフルオロエチレン樹脂のいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の圧粉磁心の製造方法。
5. 前記熱硬化性ポリイミド樹脂粉末の添加量は、 $0.18\sim 2.4$ 体積％であることを特徴とする請求項4に記載の圧粉磁心の製造方法。
6. 前記熱可塑性ポリイミド樹脂粉末の添加量は、メジアン径が $50\mu\text{m}$ 以下の場合には $0.59\sim 2.4$ 体積％であり、メジアン径が $13\mu\text{m}$ 以下の場合には $0.18\sim 2.4$ 体積％であることを特徴とする請求項4に記載の圧粉磁心の製造方法。
7. 前記ポリテトラフルオロエチレン樹脂粉末の添加量は、メジアン径が $10\mu\text{m}$ 以下の場合には $0.36\sim 1.4$ 体積％であり、メジアン径が $5\mu\text{m}$ 以下の場合には $0.11\sim 1.4$ 体積％であることを特徴とする請求項4に記載の圧粉磁心の製造方法。
8. 前記軟磁性粉末は、表面にリン酸化合物を被覆した鉄粉であり、前記混合粉末を $700\sim 2000\text{MPa}$ の圧縮応力で成形した後、加熱処理を施して所定形状に切削加工することを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の圧粉磁心の製造方法。
9. 前記混合粉末に成形潤滑剤を添加せずに成形金型の内面に成形潤滑剤を塗布して前記成形を行うことを特徴とする請求項8に記載の圧粉磁心の製造方法。

10. 請求項1～7のいずれかに記載の混合粉末を1000～2000MPaの圧縮応力で略円筒状の成形体を成形した後、加熱処理を施して所定形状に切削加工することを特徴とするエンジン燃料噴射装置用ソレノイドコアの製造方法。

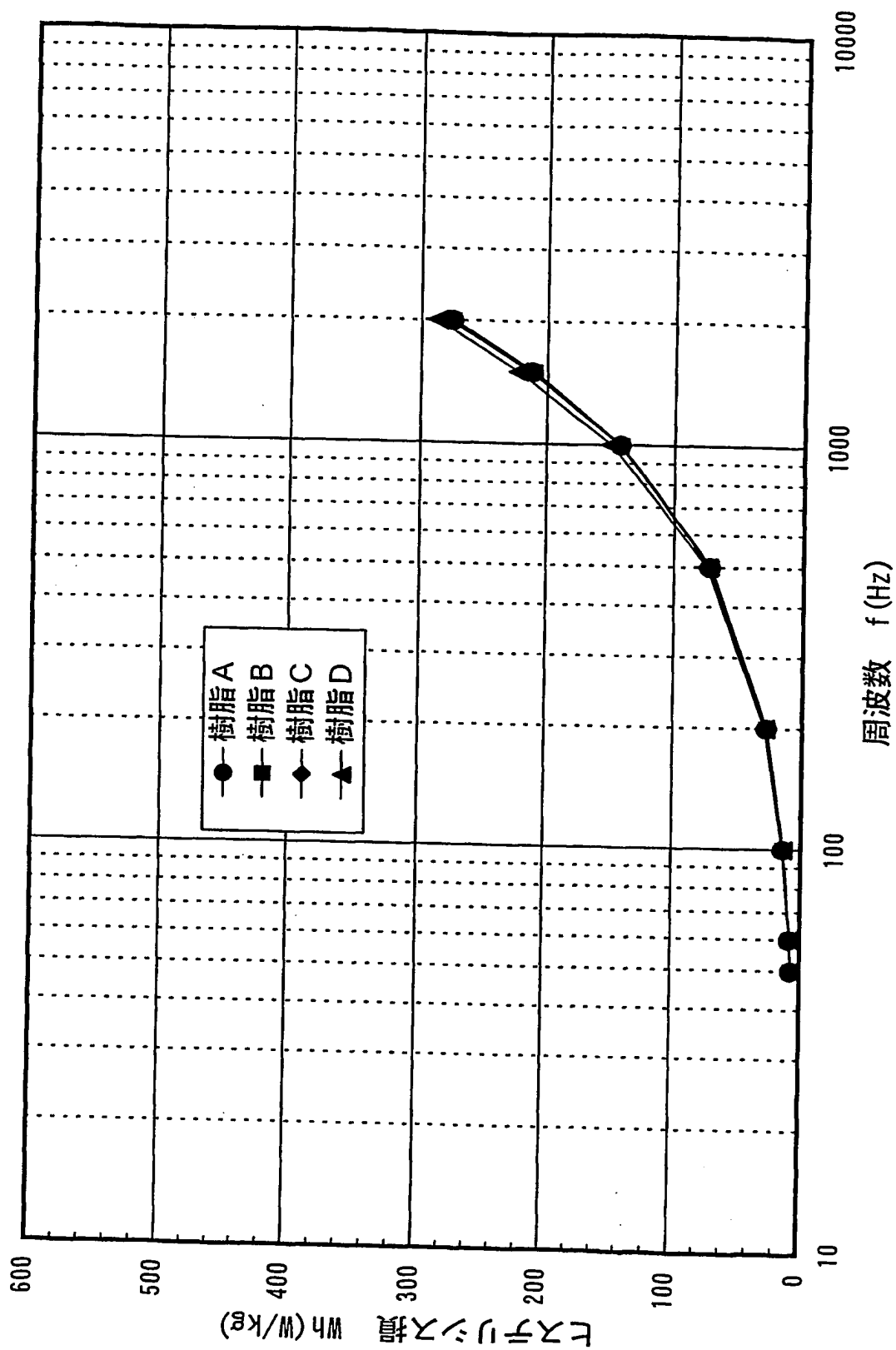
第1図



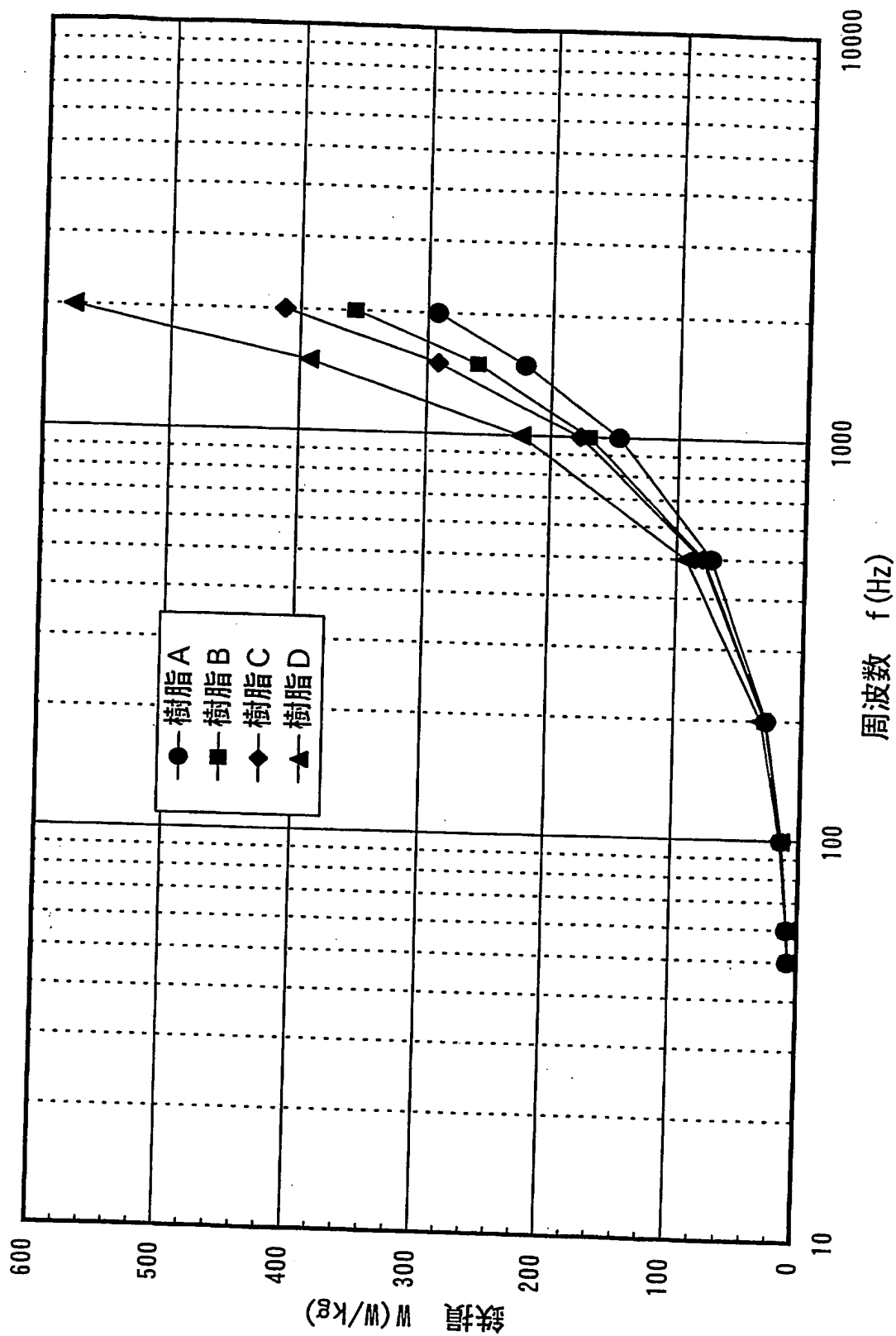
第 2 図



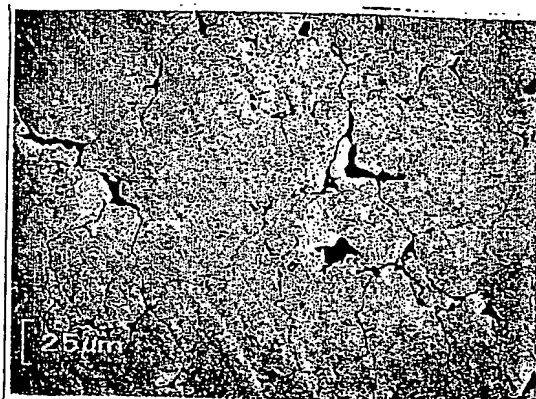
第3図



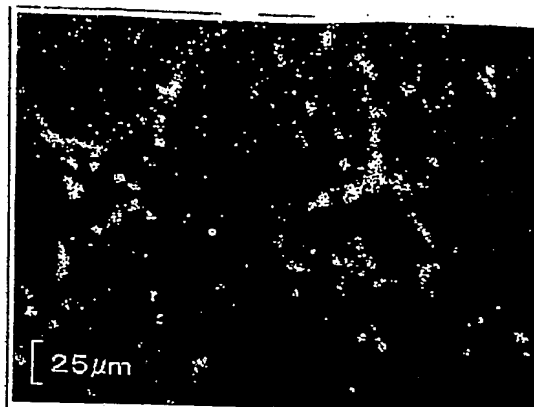
第4図



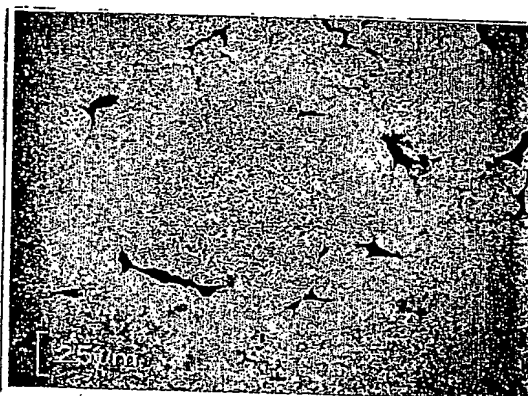
第5図A



第5図B



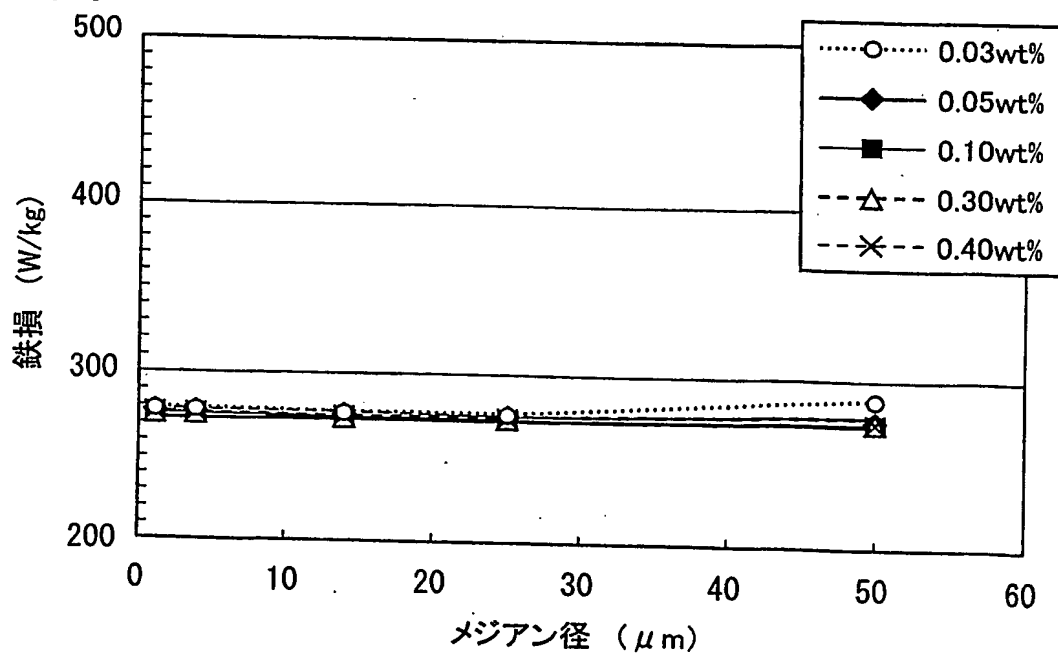
第5図C



第5図D



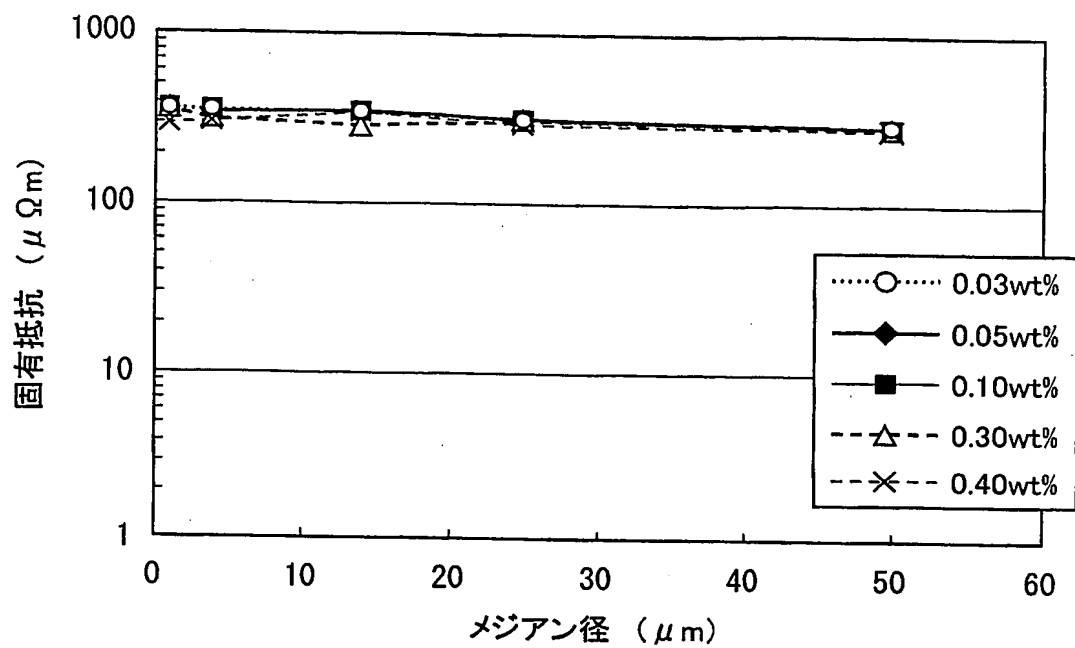
第6図



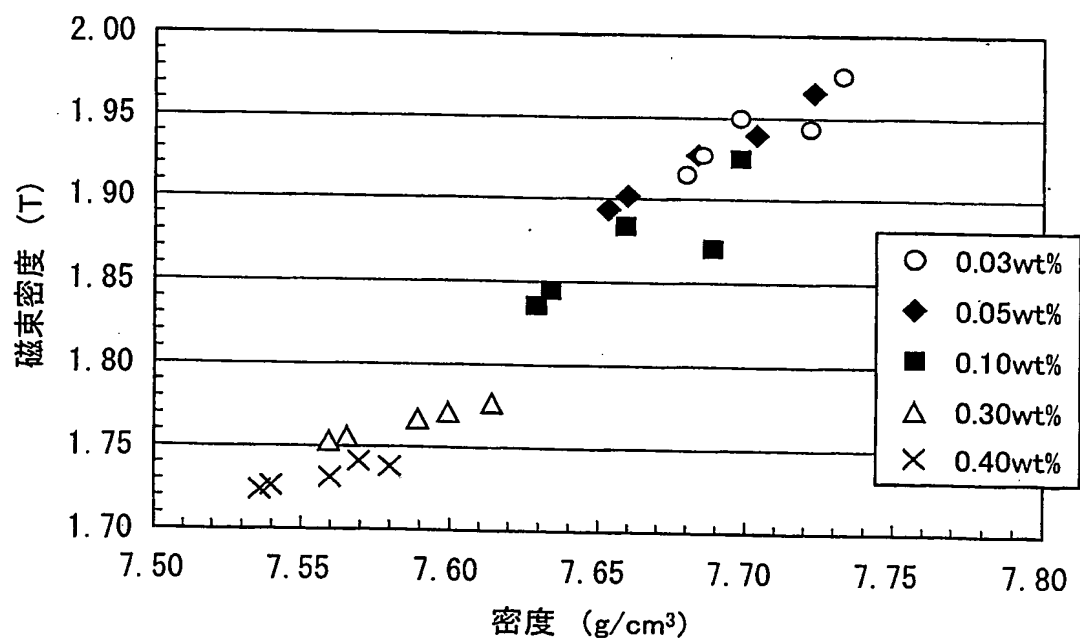
5/8

BEST AVAILABLE COP

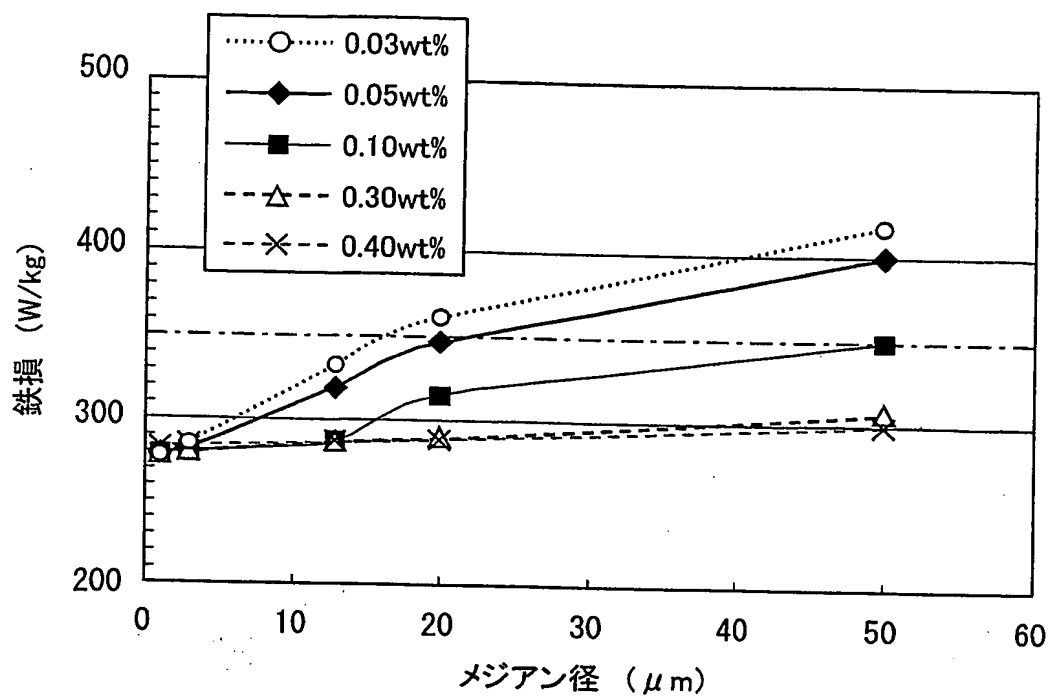
第7図



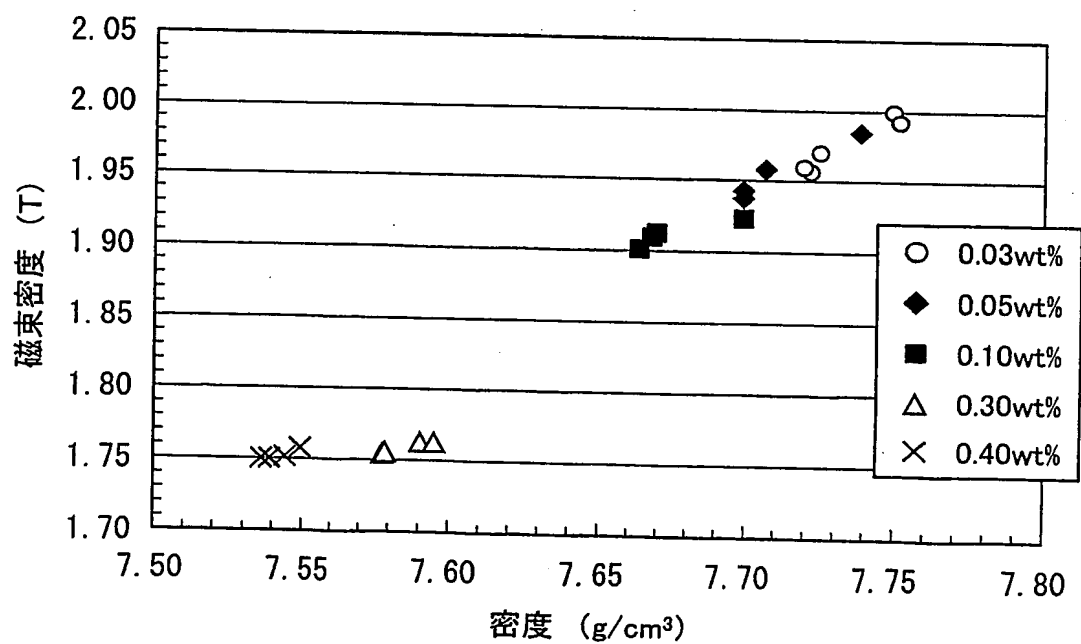
第8図



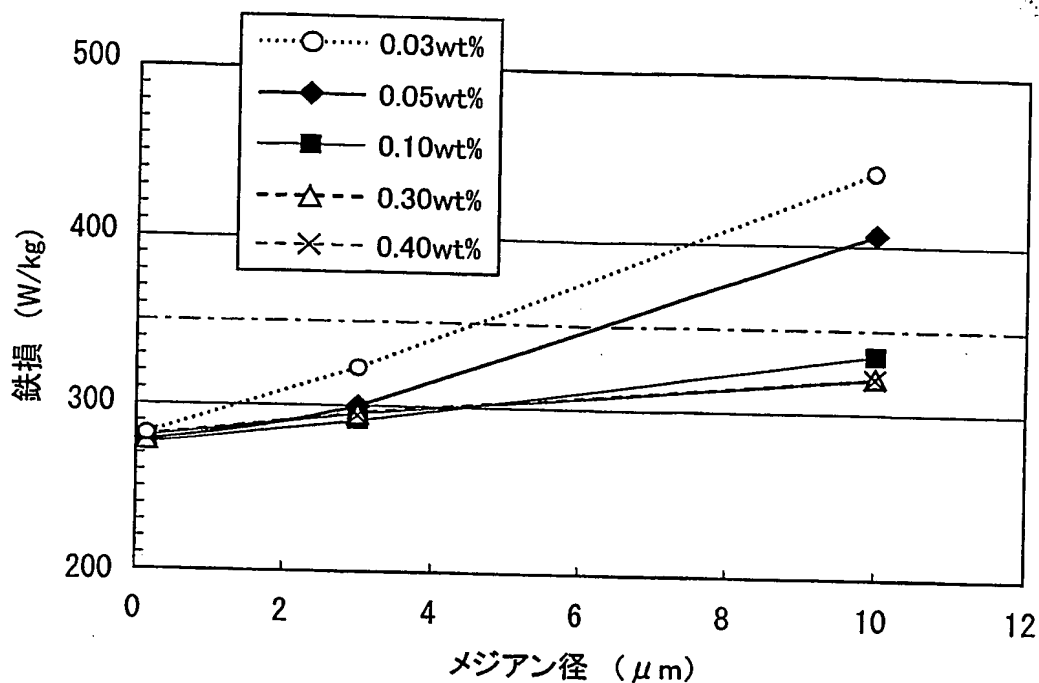
第 9 図



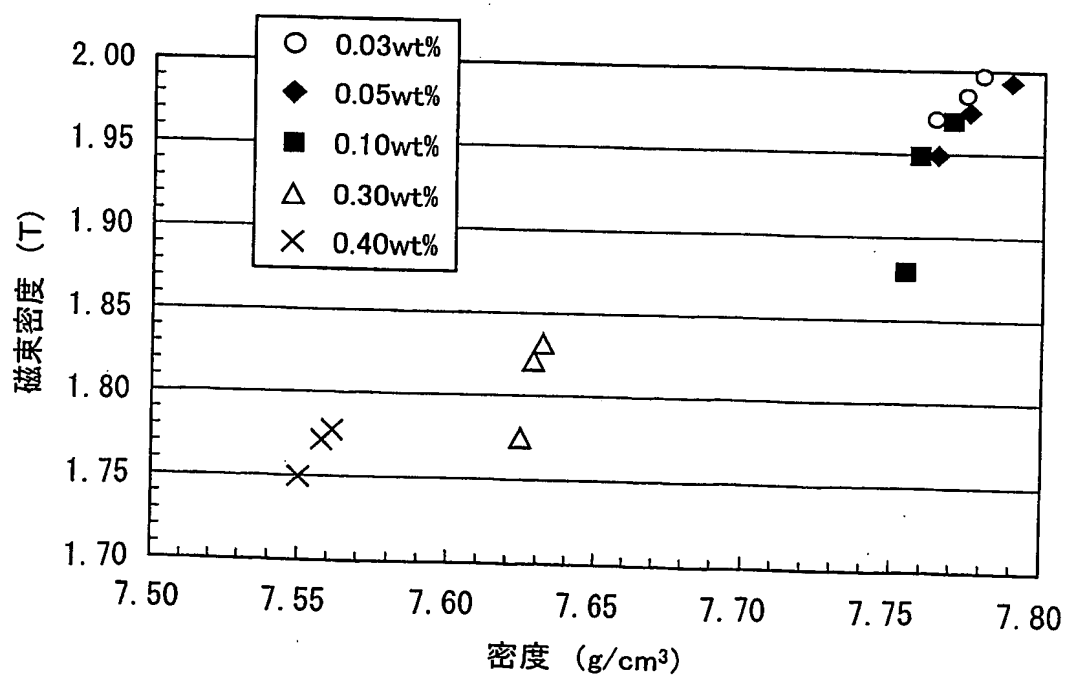
第 10 図



第 1 1 図



第 1 2 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H01F41/02, B22F1/02, 3/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H01F41/02, 1/26, 27/24, B22F1/02, 3/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-280209 A (Kobe Steel, Ltd.),	1-6, 9
Y	27 September, 2002 (27.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	7, 8, 10
Y	JP 2000-278951 A (Alps Electric Co., Ltd.), 06 October, 2000 (06.10.00), Par. Nos. [0037], [0039] (Family: none)	4, 7
Y	JP 2002-246219 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 30 August, 2002 (30.08.02), Claim 1; Par. Nos. [0020], [0025] & DE 10207133 A1	8, 9, 10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 November, 2003 (06.11.03)		Date of mailing of the international search report 25 November, 2003 (25.11.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12515

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2003-183702 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 03 July, 2003 (03.07.03), Full text; all drawings & US 2003/127157 A1	1, 8
A	JP 2001-155914 A (Hitachi Powdered Metals Co., Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Par. Nos. [0010], [0011] (Family: none)	1-10

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

BEST AVAILABLE COPY

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/12515

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01F 41/02, B22F 1/02, 3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01F 41/02, 1/26, 27/24, B22F 1/02, 3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-280209 A (株式会社神戸製鋼所)	1-6, 9
Y	2002. 09. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7, 8, 10
Y	JP 2000-278951 A (アルプス電気株式会社) 2000. 10. 06, 【0037】、【0039】 (ファミリーなし)	4, 7
Y	JP 2002-246219 A (日立粉末冶金株式会社) 2002. 08. 30, 【請求項1】、【0020】、【0025】 & DE 10207133 A1	8, 9, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 11. 03

国際調査報告の発送日

25.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山田 正文

5 R

8835

電話番号 03-3581-1101 内線 3565

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
EX	JP 2003-183702 A (アイシン精機株式会社) 2003.07.03, 全文, 全図 & US 2003/127 157 A1	1, 8
A	JP 2001-155914 A (日立粉末冶金株式会社) 2001.06.08, 【0010】、【0011】 (ファミリー なし)	1-10